

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEB UND -AUTOMATISIERUNG IFF, MAGDEBURG

POWERBLOCKER

Methoden und Vorrichtungen für eine präzise Bearbeitung von Brillengläsern

Silvio Sperling, Dr. Dirk Berndt, Ralf Warnemünde

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung, IFF Magdeburg
Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik

28.02.2017

Inhalt

Abstract

The Fraunhofer IFF Magdeburg developed a novel device for automated and high-precision bonding of blockers to precision progressive lenses together with Rodenstock GmbH and Breitfeld & Schliekert GmbH in a joint research and development project,. Named POWERBLOCKER, the device optically localizes lenses in space highly precisely based on a patented method and blocker bonding based on it. The blocking step creates a temporary fixture that holds lenses to contour their edges and points to attach lenses to eyeglass frames.
This document describes different technical functional components of the solution developed.

Keywords:
optical lenses, eyeglass lenses, eyeglass lens manufacture, lens alignment, blocking

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens des Fraunhofer IFF Magdeburg mit den Firmen Rodenstock GmbH und Breitfeld & Schliekert GmbH wurde ein neuartiges Gerät zur automatisierten und hochgenauen Aufbringung von Blockstücken auf Präzisionsgleitsichtgläser entwickelt. Das Gerät mit dem Namen POWERBLOCKER ermöglicht eine hochpräzise optische Bestimmung der räumlichen Lage der Gläser nach einem patentierten Verfahren und eine darauf basierende Aufbringung eines Blockstücks. Der Schritt des Blockens schafft eine temporäre Vorrichtung zur Aufnahme des Glases für die Herstellung der Glasrandkontur bzw. der Befestigungspunkte des Glases am Gestell der Brille.
Das vorliegende Dokument beschreibt verschiedene technische Funktionsbausteine der entwickelten Lösung.

Schlüsselworte:
optische Linsen, Brillengläser, Herstellung Brillenglas, Glasausrichtung, Blocken

1
Motivation und Anwendungskontext

Moderne Herstellungsverfahren für individuelle Präzisionsgleitsichtbrillengläser nutzen als Ausgangsprodukt Halbfabrikate, sogenannte Blanks, deren äußere, vom Auge abgewandte, Wirkfläche fertig bearbeitet ist und in ihrer Form der des fertigen Brillenglases entspricht. Die Herstellung dieser Blanks erfolgt durch mechanische Bearbeitung mit CNC-Maschinen oder im Gussverfahren.
Die individuelle Anpassung der Gläser an die erforderlichen Korrektureigenschaften entsprechend der persönlichen Sehstärke und dem Sehprofil erfolgt in einem weiteren Schritt durch mechanische CNC-Bearbeitung der Glasinnenseite, der sogenannten Rezeptfläche. Für den Bearbeitungsprozess ist eine lageorientierte und feste Aufnahme des Halbfabrikates erforderlich. Mittels einer optischen Erkennungseinrichtung wird die Position und Orientierung erfasst. Anhand der Lageinformation

wird das optische Bezugssystem des Glases rekonstruiert und lagerichtig ein Aufnahmeelement, ein sogenanntes Blockstück, auf das Glas aufgebracht. Der Vorgang wird als ‚Blocken' bezeichnet. Nach Abschluss des Bearbeitungsprozesses wird eine Permanentgravur in das Glas eingebracht und das Blockstück wieder entfernt.

Im Anschluss an die Herstellung der Rezeptfläche erfolgt anhand der Permanentgravur oder einer Messung der dioptischen Werte (Brechwert, Achse, Zylinder, Dicke u.a.) im Durchlicht mittels elektronischem Scheitelbrechwertmesser eine Ausrichtung des Glases und das Aufbringen weiterer Stempelmarkierung (z.B. Glasbezugspunkt, Passkreuz, Fern- und Nahbereichskreis u.a.). Mit Hilfe der Permanent - oder Stempelmarkierung wird ein späteres Auffinden des optischen Bezugskoordinatensystems für das Glas möglich, was für nachfolgende Fertigungs- und Prüfschritte genutzt werden kann.

In einem letzten Schritt findet die Anpassung des Glases an das individuelle Brillengestell sowie die biometrischen Augen- und Gesichtsmaße des Trägers statt. Für eine optimale Funktion der Brille ist eine exakte Position und Orientierung der Brillengläser vor den Augen erforderlich. Dazu ist die optische Mittelachse des Brillenglases (optisches Zentrum) bestmöglich zur Pupillenposition und Sehachse des Auges auszurichten. Dieser Vorgang wird als Zentrierung bezeichnet. Mit diesen Lageinformationen (Position und Orientierung) und der Kenntnis der Form der Fassungskontur bei Rahmengestellen bzw. der Lage der Befestigungspunkte bei rahmenlosen Gestellen erfolgt das sogenannte Einschleifen der Gläser durch Herstellung der passgenauen Berandung zum Einsetzen der Gläser in das Gestell bzw. der Herstellung der Befestigungspunkte zur Montage von Bügeln und Nasensteg bei randlosen Gestellen.

Für die exakte Herstellung der Glasrandkontur bzw. der Glasbefestigungspunkte ist eine präzise Lage (Position und Orientierung) des Glases in der Bearbeitungsmaschine erforderlich. Dazu wird mittels einer optischen Erkennungseinheit unter Nutzung der Permanent- oder Stempelmarkierung das optische Bezugskoordinatensystems des Glases rekonstruiert und ein Blockstück auf das zu bearbeitende Glas aufgebracht.

Bisherige, nach dem Stand der Technik bekannte, Systeme zur Bestimmung des optischen Bezugskoordinatensystems eines beidseitig bearbeiteten Präzisionsgleitsichtglases anhand der Permanent- oder Stempelmarkierung weisen Defizite auf, welche die Rekonstruktion des optische Bezugskoordinatensystems, für hohe Präzisionsanforderungen nur unzureichend ermöglichen.

Im Rahmen des Kooperationsvorhabens wurde ein Gerät für eine automatisierte und hochgenaue Aufbringung von Blockstücken auf Präzisionsgleitsichtgläser entwickelt. Basis des POWERBLOCKER ist eine hochgenaue optische Bestimmung der räumlichen Lage der Gläser und eine darauf basierende Aufbringung des Blockstücks.

Verschiedene technische Funktionsbausteine der entwickelten Lösung werden nachfolgend vorgestellt und dabei Aufbau und Funktion dargestellt.

2 Beschreibung von Funktionsbausteinen

2.1 Glasaufnahme

Für das Aufbringen des Blockstücks ist eine Bereitstellung und Unterstützung des Glases in einer definierten räumlichen Lage innerhalb der Blockvorrichtung erforderlich. Dazu werden eine Glasaufnahme und ein Blockunterstützung genutzt

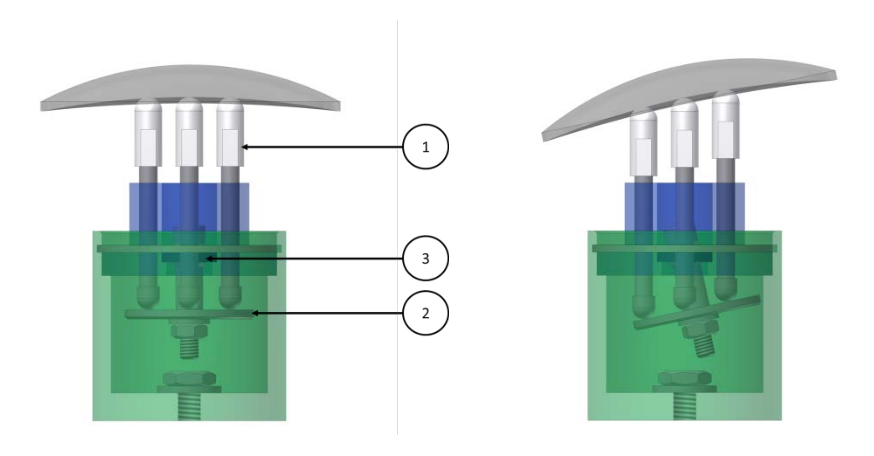


Abbildung 1: Glasaufnahme ohne Auslenkung

Abbildung 2: Glasaufnahme mit Auslenkung

Aufbau und Funktion:
In der Abbildung 1 ist der Aufbau der Glasaufnahme dargestellt. Sie besteht aus drei vertikal geführten Auflagestiften (1) mit beidseitigem Halbkugelkopf und einer Pendelscheibe (2), welcher über ein Gelenklager (3) mit dem Gehäuse verbunden ist.
Die drei Auflagestifte liegen aufgrund ihres Eigengewichts auf der Pendelscheibe auf und sind vertikal frei beweglich. Eine vertikale Zustellung der Glasaufnahme über die Blockunterstützungseinheit in Richtung eines in horizontaler Lage ausgerichteten Glases lenkt die über die Pendelscheibe gekoppelten Auflagestifte aus und realisiert damit eine variable Unterstützung des Glases in horizontaler Lage trotz variabler Glasinnenseitenkontur.

2.2 Blockunterstützung

Die Blockunterstützung dient der vertikalen Zustellung der Glasaufnahme und einer Fixierung in der Blockposition.

Aufbau:
Die Blockunterstützung (siehe Abbildung 3) besteht aus einer Führungseinheit (1) mit einem oberen (2) und einem unteren Schlitten (3), einem feststellbaren Hubantrieb (4) für eine vertikale Bewegung der Führungseinheit sowie einem Positionssensor (5) für den oberen Schlitten. Die beiden Schlitten sind über einen Zahnriementrieb (6) miteinander gekoppelt und bewegen sich gegenläufig.

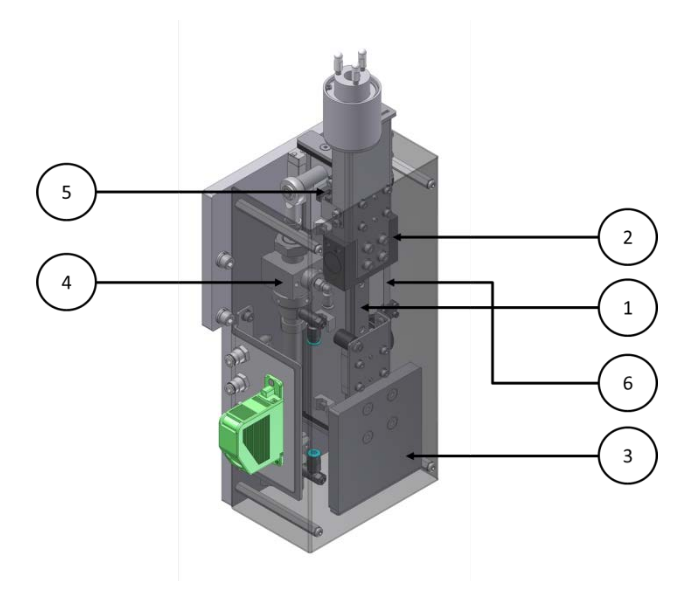


Abbildung 3: Blockunterstützung

Funktion
Der untere Schlitten auf der Führungseinheit fungiert als Gegengewicht für den oberen Schlitten, an dem die Glasaufnahme montiert ist. Er bewegt sich ohne Beaufschlagung mit externen Kräften durch die Schwerkraft in die untere Endlage. Über die Zahnriemenkopplung wird der obere Schlitten damit in seine obere Endlage bewegt. Wird die Führungseinheit mit beiden, in den jeweiligen Endlagen befindlichen Schlitten nach oben bewegt und trifft die am oberen Schlitten montierte Glasaufnahme auf ein positioniertes Brillenglas, so werden zunächst die Auflagestifte der Glasaufnahme entsprechend der Glasinnenseitenkontur ausgelenkt. Nach vollständiger Anlage der drei Auflagestiften der Glasaufnahme am Glas und einer weiteren Zustellung bewegt sich der obere Schlitten nach unten, bis er eine definierte Position (Erfassung mit Positionssensor) erreicht hat. In der Position wir die Zustellung der Führungseinheit gestoppt und die Position der Hubeinheit fixiert. Damit werden eine reproduzierbare Position des Glases in horizontaler Lage sowie eine Glasunterstützung für die Aufbringung des Blockstücks erreicht.

2.3 Glasgreifeinheit

Für eine optische Bestimmung der Markierungen des Glases für dessen Ausrichtung zum Blocken ist eine Vorrichtung erforderlich, die das Glas definiert aufnimmt und einen freien Zugang für die optische Erfassung ermöglicht. Dies erfüllt die nachfolgend beschriebene Glasgreifeinheit.

Aufbau:
Die Glasgreifeinheit (siehe Abbildung 4 und Abbildung 5) besteht aus vier Glasauflagen (2), vier Greiferstiften (3) und jeweils einem Stellantrieb zur radialsymmetrischen Bewegung der Auflagen und Greiferstifte. Die radialsymmetrische Zustellung wird über eine entsprechende mechanische Kopplung der vier Elemente erreicht.

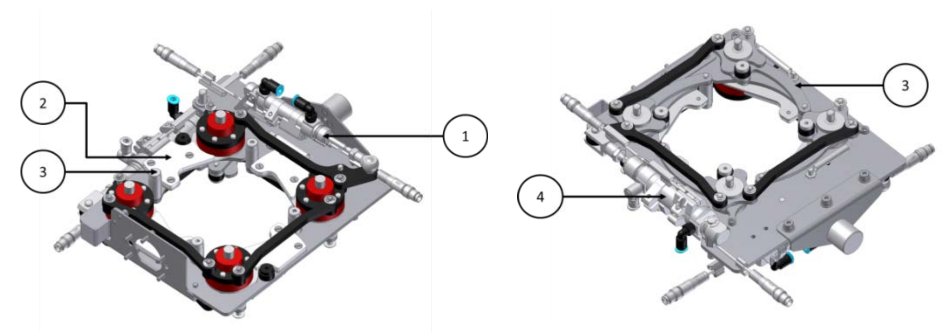


Abbildung 4: Ansicht Greifeinheit von oben

Abbildung 5: Ansicht Greifeinheit von unten

Funktion:
Der Greifvorgang erfolgt in vier Schritten (siehe Abbildung 6). Im Schritt A werden die 4 Glasauflagen, die jeweils mit einer Kunststoffplatte ausgerüstet sind nach innen geschwenkt. Die Kunststoffplatten sorgen für eine reibungsarme Bewegung des Brillenglases. Im Schritt B wird das Brillenglas auf den Kunststoffplatten abgelegt. Das kann mehr oder weniger mittig erfolgen. Im Schritt C werden die Greiferstifte symmetrisch zugestellt, richten das Glas dabei mittig aus und spannen es am Glasrand. Ein Ausgleichsmechanismus erlaubt das sichere Spannen nichtrunder Gläser. Im letzten Schritt D werden die Glasauflagen nach außen bewegt. Die Anordnung ermöglicht eine reproduzierbare Glasfixierung und einen ungehinderten Zugang für eine optische Bestimmung der Markierungen des Glases.

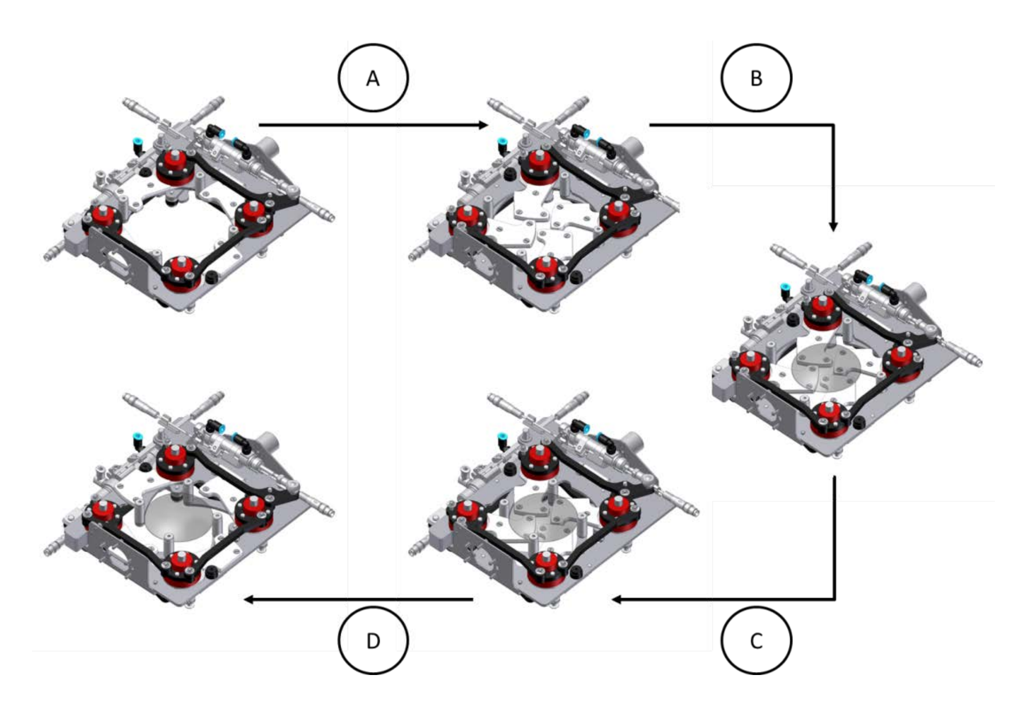


Abbildung 6: Ablauf Greifvorgang

2.4 Klebepadspender

Der Klebepadspender realisiert die Bereitstellung von beidseitig klebenden Pads, die zur temporären Befestigung des Blockstücks am Brillenglas genutzt werden.

Aufbau:
Der Klebepadspender (siehe Abbildung 7 und Abbildung 8) besteht aus einem Klebepadmagazin (1), einer Aufwickelrolle für die Unterfolie (2), einer Aufwickelrolle für die Oberfolie (3), einem pneumatischen Klemmelement (4), einem Antrieb für die Abziehkante (5), einer Lichtschranke zur Paderkennung (6), einer Abziehkante (7) und einer Hubeinheit (8).

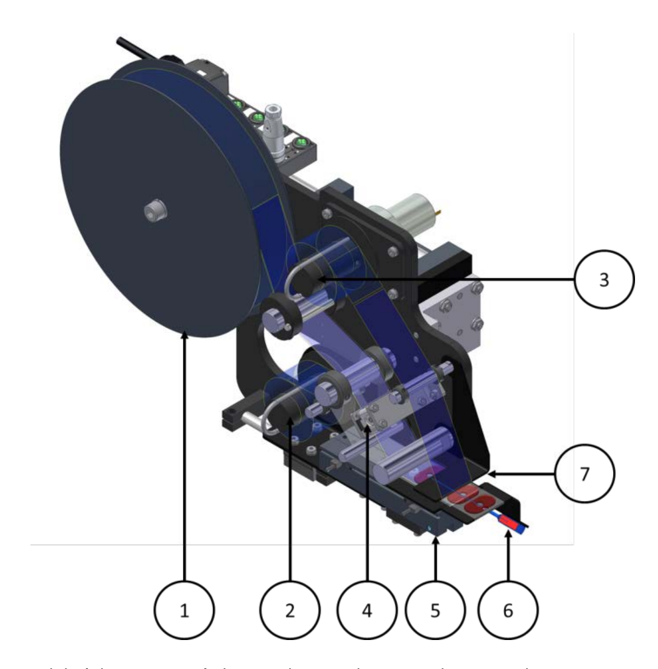


Abbildung 7: Klebepadspender Vorderansicht

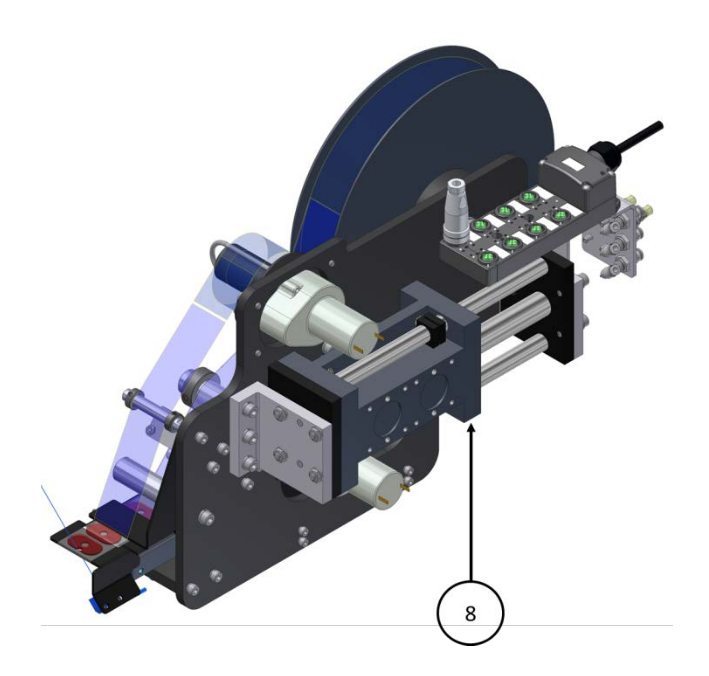


Abbildung 8: Klebepadspender Rückansicht

Funktion:

Eine Klebepadrolle befindet sich im Klebepadmagazin (1). Das Klebepadband wird über eine Umlenkrolle und ein pneumatische Klemmelement (3) zur Abziehkante (7) geführt. Die Oberfolie wird von der Abziehkante über eine Führungsrolle zur oberen Aufwickelrolle (3) und die untere Folie zur unteren Aufwickelrolle (2) geführt.

Für die Bereitstellung eines Pads wird die Abziehkante in die vordere Position gebracht, die Aufwickelrollen aktiviert und das Klebepadband soweit transportiert, bis die Lichtschranke (6) ein Klebepad durch ein Loch in der Abziehkante detektiert. Mit dem Sensorsignal wird das Klebepadband durch das pneumatische Klemmelement (4) in dieser Position fixiert. Dies verhindert ein weiteres Abrollen des Klebepadbandes. Ein Pad steht nunmehr an der Übernahmeposition bereit.
Im folgenden Schritt fährt die Blockeinheit nach unten, bis das Blockstück Kontakt mit dem Klebepad bekommt. Der Antrieb der Abziehkante (8) bewegt diese und die untere Aufwickelrolle, die mit der Abziehkante mechanisch verbunden ist, nach hinten (siehe Abbildung 9). Die mechanische Kopplung von Aufwickelrolle und Abziehkante ist so gestaltet, dass die Padfolie immer unter konstantem Zug steht. Das Klebepad befindet sich nun am Blockstück und der gesamte Spender fährt nach hinten zurück. In der hinteren Stellung bewegt sich die Abziehkante wieder nach vorne und das Klemmelement gibt die Folie frei. Ein neuer Zyklus kann beginnen.

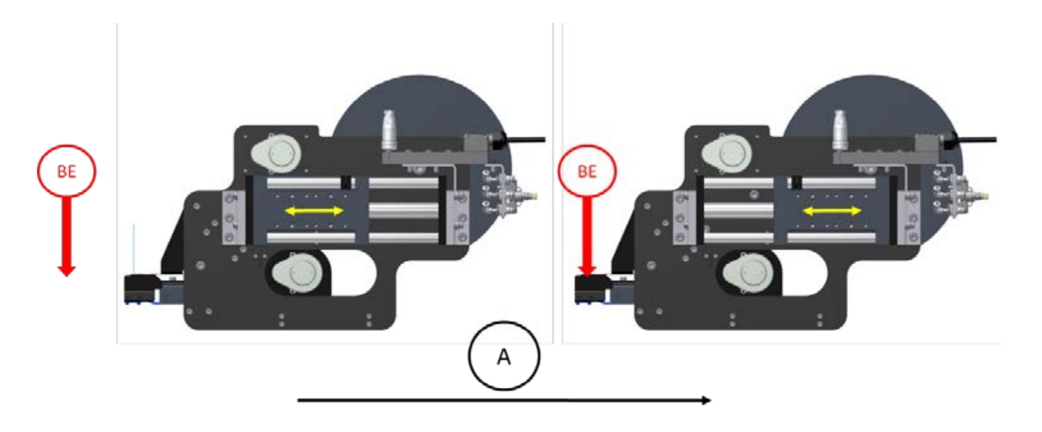


Abbildung 9: Klebepad Vorschub

2.5 Anti-Slip-Folienspender

Der Spender stellt Anti-Slip-Folien bereit, welche eine bessere Haftung des Blockstückes bei speziellen Glasbeschichtungen ermöglichen.

Aufbau:
Der Anti-Slip-Folienspender (siehe Abbildung 10 und Abbildung 11) besteht aus einem Anti-Slip-Folienmagazin, einer Aufwickelrolle für die Unterfolie (2) einem pneumatischen Klemmelement (3), einem Antrieb für die Abziehkante (4), einer Lichtschranke zur Folienerkennung (5), einer Abziehkante (6) und einer Hubeinheit (8).

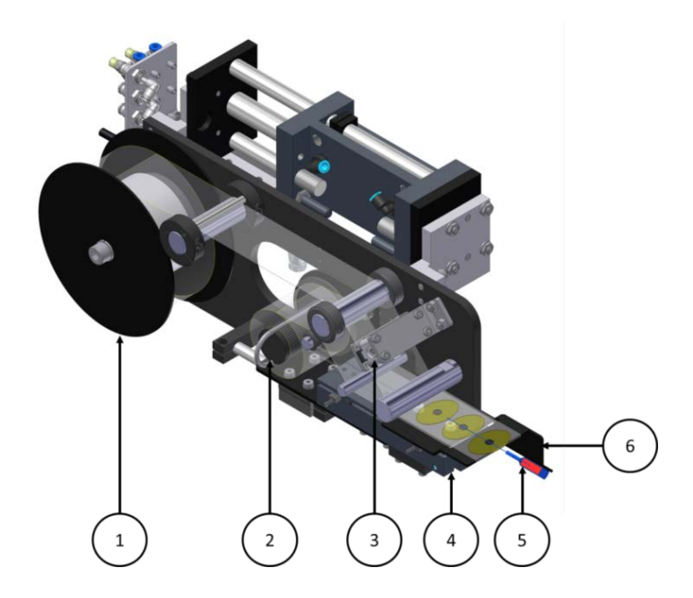


Abbildung 10: Vorderansicht Anti-Slip-Folienspender

Funktion:
Der Anti-Slip-Folienspender funktioniert wie der Klebepadspender, mit der Ausnahme, dass die Klebepadrolle keine Deckfolie besitzt und somit nur eine Aufwickelrolle erforderlich ist.
Mit Hilfe der großen Hubeinheit kann der Anti-Slip-Folienspender unter die Blockereinheit bewegt werden (siehe Abbildung 12). In der hinteren Stellung wird Freiraum geschaffen, sodass die Blockeinheit die Greifeinheit erreichen kann.

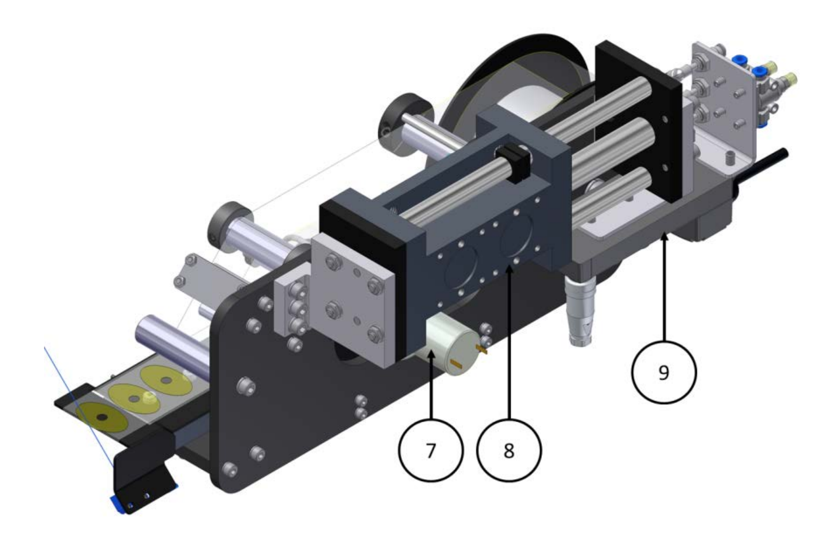


Abbildung 11: Rückansicht Anti-Slip-Folienspender

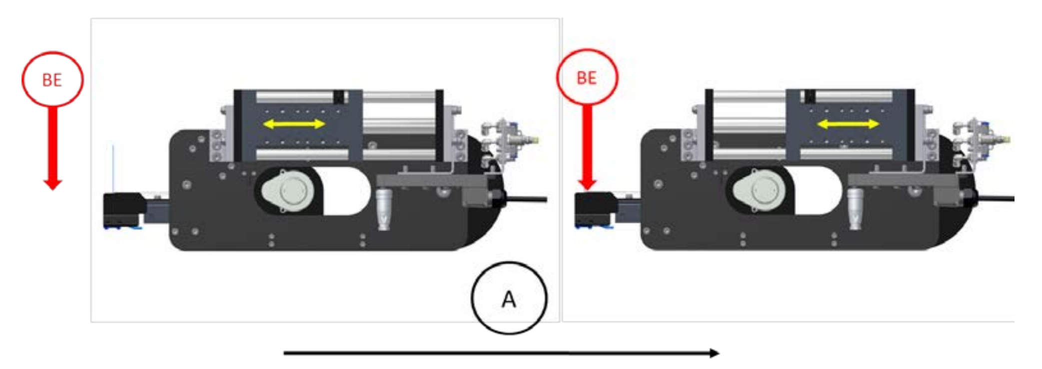


Abbildung 12: Vorschub Anti-Slip-Folie

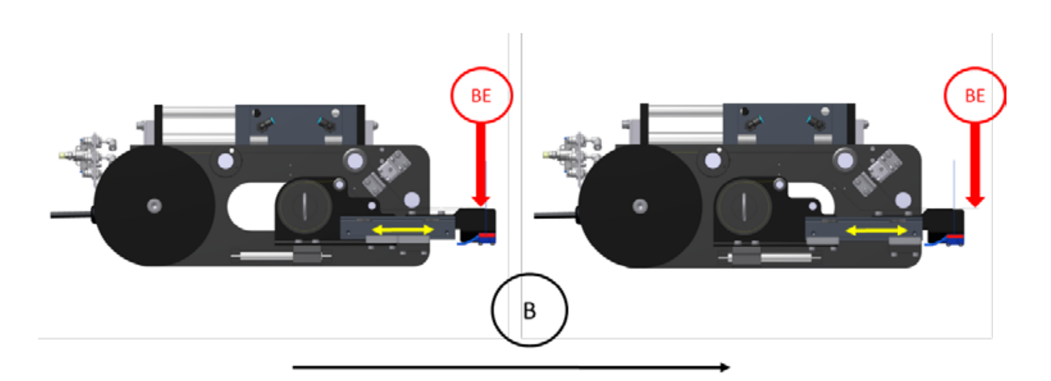


Abbildung 13: Spendevorgang Anti-Slip-Folie

2.6 Lichttisch Markierungserkennung

Der Lichttisch dient in Verbindung mit einer Matrixkamera der Erkennung von Markierungen, die auf den verschiedenen Brillengläsern aufgebracht sind. Anhand der Markierungen kann die Lage des optischen Bezugssystems des Glases rekonstruiert werden.

Aufbau:
Der Lichttisch (Abbildung 14 und Abbildung 15) besteht aus einem Schwenkantrieb (1), einer Ringführung (2), einem Streifenmuster auf einer lichtdurchlässigen Kunststoffscheibe (3), einem Flächenlicht (4) und einem Linearantrieb (5).

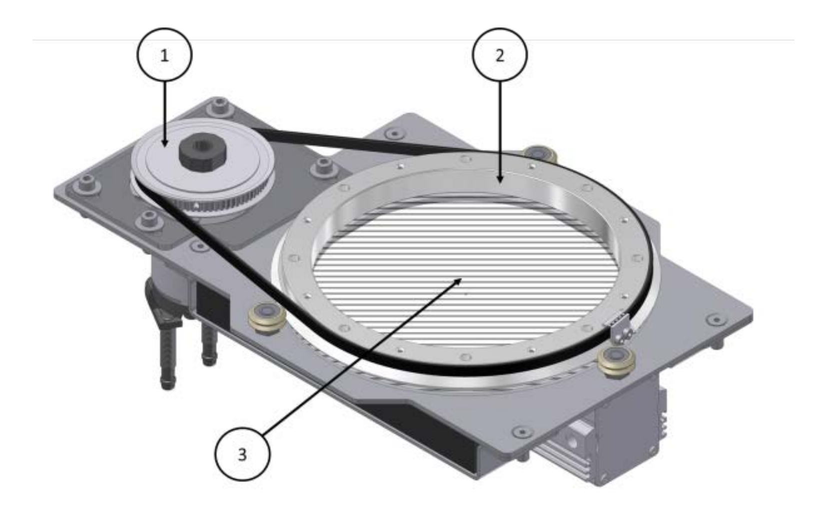


Abbildung 14: Lichttisch, Ansicht von oben

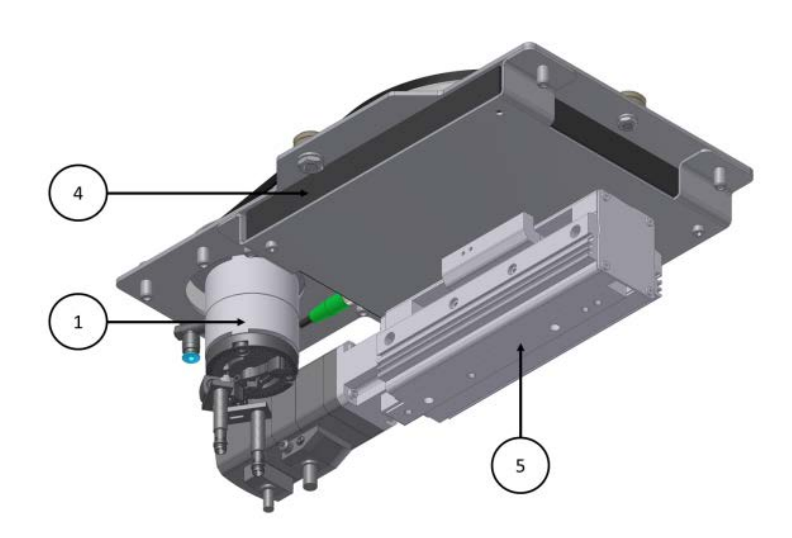


Abbildung 15: Lichttisch, Ansicht von unten

Funktion:
Auf den Brillengläsern aufgebrachte Markierungen können durch einen Schwarz-Weiß-Kontrast im Durchlicht sichtbar gemacht werden. Das Flächenlicht ist unterhalb des Streifenmusters angeordnet und durchstrahlt dieses. Oberhalb des Streifenmusters befindet sich das Brillenglas. Eine Flächenkamera betrachtet in senkrechter Anordnung das Streifenmuster durch das Brillenglas. Kanten des Musters, welche sich parallel zum Muster befinden, können auf diesem Wege erfasst werden. Für eine vollständige Erfassung beliebig orientierter Kanten einer Markierung kann das Muster über den Drehantrieb rotiert (siehe Abbildung 16) sowie über den Linearantrieb lateral bewegt siehe Abbildung 17) werden.

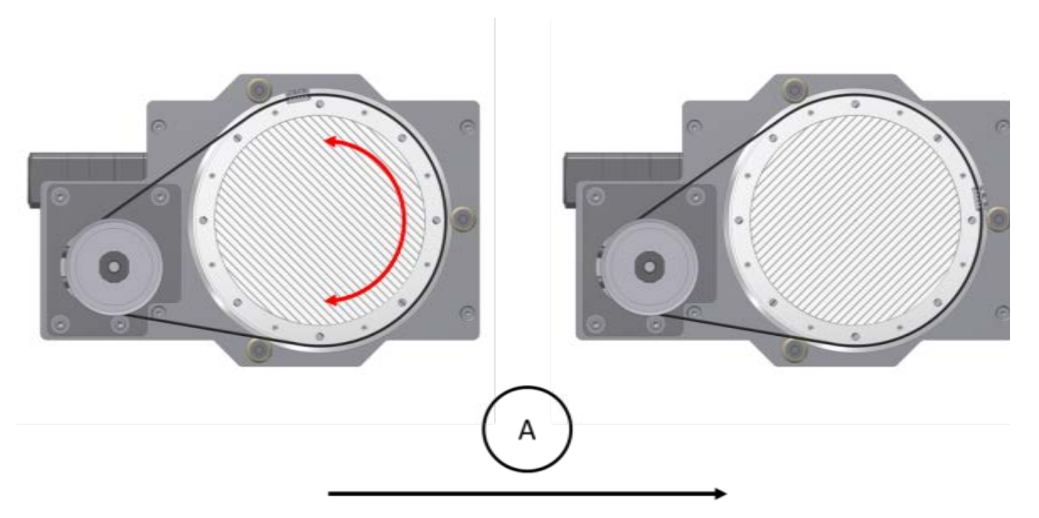


Abbildung 16: Rotation Streifenmuster

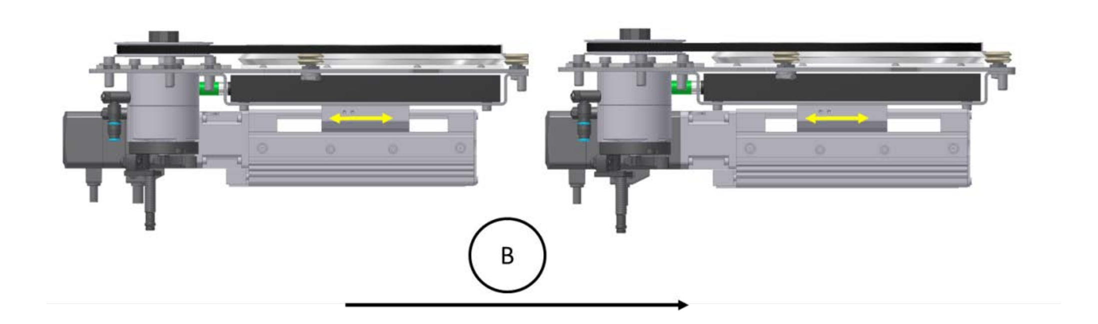


Abbildung 17: Translation Streifenmuster